

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN 10/506668

(11)Publication number : 2001-207288

(43)Date of publication of application : 31.07.2001

(51)Int.Cl.

C25D 7/00
H05K 1/11

(21)Application number : 2000-019243

(71)Applicant : CANON INC

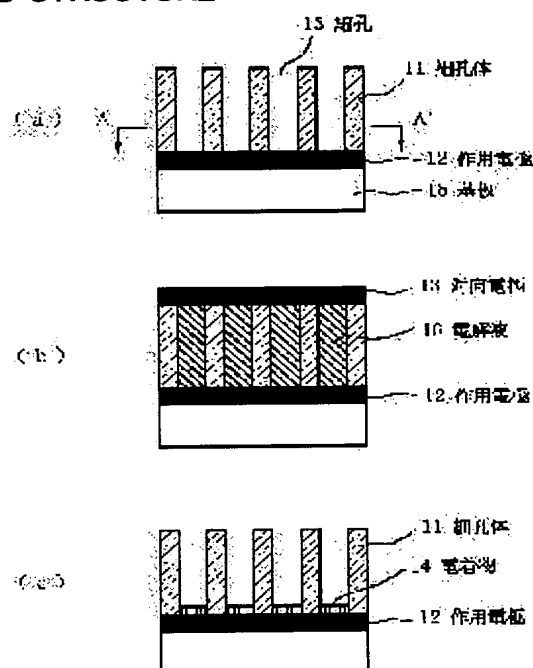
(22)Date of filing : 27.01.2000

(72)Inventor : OKURA HIROSHI
DEN TORU**(54) METHOD FOR ELECTRODEPOSITION INTO PORE AND STRUCTURE**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of electrodeposition into pores having high uniformity over a large area without being affected by the convection or potential distribution of an electrolyte.

SOLUTION: In the method of electrodeposition on the electrode surface on a substrate, the method of electrodeposition into pores has a stage for mounting a porous body 11 having pores 15 on the surface of an electrode 12 on a substrate, a stage for filling an electrolyte 16 and an electrodeposition material into the pores 15, a stage for arranging a counter electrode 13 on the porous body which is closed and a stage for imparting a potential difference between the counter electrode 13 and electrode 12 to electrodeposit the electrodeposition material.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-207288
(P2001-207288A)

(43) 公開日 平成13年7月31日 (2001.7.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマート (参考)
C 2 5 D 7/00		C 2 5 D 7/00	J 4 K 0 2 4
H 0 5 K 1/11		H 0 5 K 1/11	N 5 E 3 1 7

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-19243 (P2000-19243)

(22) 出願日 平成12年1月27日 (2000.1.27)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 大倉 央

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 田 透

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100069017

弁理士 渡辺 徳廣

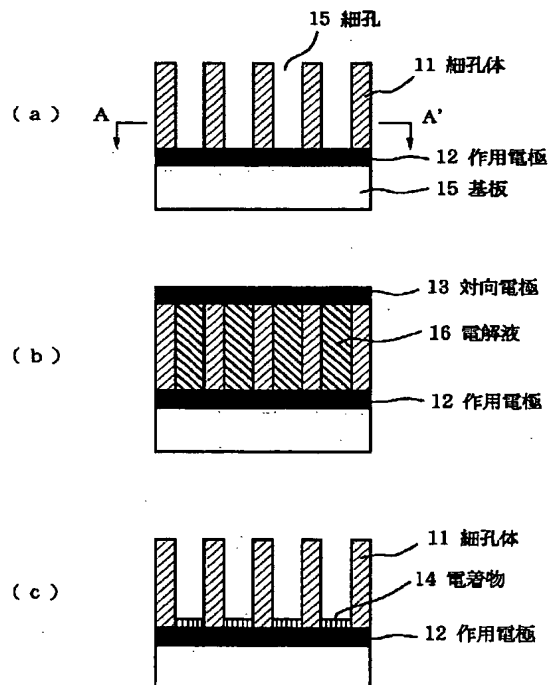
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 細孔内への電着方法及び構造体

(57) 【要約】

【課題】 電解液の対流や電位分布に影響されずに大面積にわたる高い均一性を持った細孔内へ電着方法を提供する。

【解決手段】 基板上電極表面への電着方法において、該基板上電極表面12に細孔15を有する細孔体11を設ける工程、該細孔15内に電解液16及び電着材料を充填する工程、該細孔体の上に対向電極13を密閉配置する工程、該対向電極13と基板上電極12間に電解液を介して電位差を与えることにより電着材料を電着する工程を有する細孔内への電着方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上電極表面への電着方法において、該基板上電極表面に細孔を有する細孔体を設ける工程、該細孔内に電解液及び電着材料を充填する工程、該細孔体の上に対向電極を密閉配置する工程、該対向電極と基板上電極間に電解液を介して電位差を与えることにより電着材料を電着する工程を有することを特徴とする細孔内への電着方法。

【請求項2】 前記電着材料は固体であることを特徴とする請求項1に記載の電着方法。

【請求項3】 前記電着材料は電解液内の溶質であることを特徴とする請求項1に記載の電着方法。

【請求項4】 該細孔の直径が1000 μ m以下であることを特徴とする請求項1に記載の電着方法。

【請求項5】 該細孔が陽極酸化アルミナナノホールであることを特徴とする請求項4に記載の電着方法。

【請求項6】 該電解液もしくは電着材料を入れ替えて電着する工程を有する請求項1乃至5のいずれかの項に記載の電着方法。

【請求項7】 該少なくとも2種以上の電解液もしくは該電着材料を入れ替えて電着する工程を有する請求項6に記載の電着方法。

【請求項8】 該電解液もしくは該電着材料を細孔内への特定領域にのみ供給することを特徴とする請求項1乃至7のいずれかの項に記載の電着方法。

【請求項9】 電解液の注入を液滴吐出方法で行うことを特徴とする請求項8記載の電着方法。

【請求項10】 該対向電極が導電部及び絶縁部にパターンニングされていることを特徴とする請求項1に記載の電着方法。

【請求項11】 請求項1乃至10のいずれかの電着方法により作製した構造体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、細孔内への電着方法及び構造体に関するものであり、特に析出量を制御した均一電着に関する電着方法及び構造体に関する。

【0002】

【従来の技術】 金属をはじめとする様々な材料の電着方法には今までにも各種報告が為されている。また、現代技術の傾向として、より微細な構造体への高精度の電着を広い面積に渡って実施することが挙げられる。

【0003】 例えば、スルーホールめっきと呼ばれる電着技術が開発されている。このスルーホールめっきは、プリント配線板の作製時によく使われる方法である。このプリント配線板は、半導体集積回路の急激な発達に伴って高密度化、多層化が進められてきた。パターン幅、間隔は細く狭くなり、スルーホールの孔径、ランド径は小さく、さらに多層化によりアスペクト比が増大している。

【0004】 このスルーホールめっきを用いた製造方法では、サブトラクティブ法で製造されることが多い。その工程は、(銅張積層板)ー孔明けー無電解銅めっきーパネル銅めっき(一次電気銅)ーフォトリソ処理ーパターン銅めっき(二次電気銅)ー表面めっきーエッチングー端子めっきー仕上げ、である。

【0005】 また、このスルーホール部を電着する方法も種々報告されている。例えば、特開平10-56261号公報が挙げられる。その他にも、あらかじめ作製されている細孔内に金属を電着する方法が種々報告されている。例として、“J. Electrochem. Soc.”, Vol. 144, No. 6, 1923頁(1997年6月)が挙げられる。

【0006】 また、電着方法としても、色々な工夫が成されてきた。その例としてパルス電着が挙げられる。この電着方法の特徴は、カソード界面の電解液濃度の変化が直流法に比べて小さいことから、直流法の電着に比べて析出物の組成が電解液に近づくという効果が期待される。またこの方法で得られる電着の特徴は、核発生が高密度になり粒子が微細になることである。粒子が微細で欠陥密度が小さいパルス法電着皮膜の構造上の特徴は、電着皮膜の引張強さ、延び、密度を高め、硬さや耐摩耗性を向上させ、有効度を減少させることである。

【0007】 また、超音波及び振動をかけながら、電着をする方法も多々報告されている。その例として、特開平5-59594号公報が挙げられる。様々な形態で、細孔内の電着に関して様々な分野で発展している。応用例としては、微小アレイ電極、プリント基板、GMR、電子源、種々のマスク等数多く挙げることができる。さらなる性質の向上によって、多方面への応用も期待されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 先に述べた細孔内への電着方法及び電着技術に関しては、ほとんどがめっき浴中に2電極式、もしくは3電極式の電極を溶液中に漬け込み、電位をかけることにより細孔底等に所望の物質が電着される方法である。この様な方法を用いたときには、電着量を制御する手段としてはクーロン量より算出するか若しくは時間で制御するのが現状である。

【0009】 また、細孔内の電着を行う場合は電位分布が重要なポイントとなってくる。定常状態における電着量はもちろん、核発生においても印加電圧が大きな影響を及ぼし、一般的には電位が集中するエッジ部分への電着量が多くなる傾向がある。均一な電位分布を達成するには被電着物の周囲にフレームを設置する方法も開発されているが、十分に均一な状態を作製するのは大変困難である。

【0010】 また、溶液内の拡散も大きく関与してくる。普通、電着を行うに際し、超音波による振動印加、攪拌子による攪拌、溶液内における電着基板やその周辺

の振動など、対流をむらなく発生させる必要性がある。しかし、この対流を制御することは困難であり、電着量に差が出てくる問題点があった。

【0011】本発明の目的は、電解液の対流や電位分布に影響されずに大面積にわたる高い均一性を持った細孔内へ電着方法を提供することである。また本発明の目的は、細孔内への極微量の電着や積層電着の制御性の良い電着方法を提供することである。また本発明の別の目的は、使用電解液が少なく、また電解液の管理も容易でありコストダウンが可能である電着方法を提供することである。また本発明の別の目的は、所望の細孔に容易に電着することができる電着方法を提供することである。更には、これらの電着技術を適用して作製した電着部を有するナノ構造体を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記したような技術的要求に鑑みなされたものであり、その目的の一つはこれらの問題点を解決することにより、基板上電極表面への電着方法において、該基板上電極表面に細孔を有する細孔体を設ける工程、該細孔内に電解液及び電着材料を充填する工程、該細孔体の上に対向電極を密閉配置する工程、該対向電極と基板上電極間に電解液を介して電位差を与えることにより電着材料を電着する工程を有することを特徴とする細孔内への電着方法を提供するものである。

【0013】ここで前記電着材料は、対向電極に接触させた固体もしくは電解液内の溶質により供給可能である。また、本発明は該細孔の直径が $1000\mu\text{m}$ 以下である構造体の場合に特に有効であり、この例として該細孔が陽極酸化アルミナナノホールであることが挙げられる。また、より多くの電着量を必要とする場合や、異種材料を逐次電着したい場合には、該電解液もしくは該電着材料を入れ替える工程を有することが有効である。

【0014】また、特定領域へ電着する場合には、該電解液もしくは該電着材料を細孔内への特定領域にのみ供給することが有効であり、この方法として電解液の注入を、液滴吐出方法で行うことが挙げられる。また、特定領域へ電着する別の方法として、該対向電極が導電部及び絶縁部にパターンニングしておく方法がある。

【0015】また、本発明により上記電着方法により作製した構造体がある。

【0016】すなわち、本発明の構造細孔体に、金属、半導体等の機能材料を埋め込むことにより、新たな電子デバイスへと応用できる可能性がある。本発明の構造細孔体は、量子細線、MIM素子、分子センサー、着色、磁気記録媒体、EL発光素子、エレクトロクロミック素子、フォトニックバンドを始めとする光学素子、電子放出素子、太陽電池、ガスセンサ、耐摩耗性、耐絶縁性皮膜、フィルターをはじめとするさまざまな形態で応用することが可能であり、その応用範囲を著しく広げるもの

である。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の細孔内への電着方法は、基板上電極表面への電着方法において、該基板上電極表面に細孔体を設け、該細孔体の細孔内に電解液及び電着材料を配置し、対向電極を基板上電極と細孔体を挟んで密閉配置し、該基板上電極と対向電極間に電解液を介して電位差を与えることにより電着することを特徴とする。

【0018】次に、本発明の概念および具体的な方法について、以下に図1、図2および図10を用いて説明する。ここで図1は本発明の細孔内への電着方法の工程の一実施態様を示す断面図、および図2は図1のAA'線平面図を示す。また、図1(a)～(c)は図2のBB'線断面図、図2(a)～(c)は図1のAA'線平面図を示す。図10は従来の電着方法を示す概略図である。

【0019】(A) 電着前工程

まず、図1(a)、図2(a)に示すように、作用電極12を設けた基板15上に細孔15を有する細孔体11を設置する。この細孔体11は基板とは別個のフィルム上の材料でもあってもよいし、また基板上に作製した構造体でもよい。ここで細孔体11の表面は対向電極で密閉できる程度に平坦であることが望ましい。

【0020】(B) 電着工程I

次に、図1(b)、図2(b)に示すように、細孔内にめっき液もしくは電解液16を注入する。このとき電着材料が電解液に溶解されている場合にはめっき液を供給し、電着材料が固体で供給される場合には電解液を注入する。その後、細孔体11の上に対向電極13を密閉配置する。

【0021】ここで、電解液とは電気化学反応を起こす為に支持電解質等の溶質が存在し、電気が流れる状態にある溶液のことを指し、めっき液とは前記電解液中の溶質に電着されるものが含まれた溶液を意味する。

【0022】原料の供給方法例を図5に詳しく示す。図5(a)は原料を溶液で供給する場合であり、一般的なめっき液が使用できる。但し、細孔の材料と反応しないようなめっき液を利用するのが好ましい。この場合電着量は細孔内に注入するめっき液の濃度や量により制御できる。これは本発明ではめっき液内の電着原料をほぼ使用することから可能になっている。すなわち電位分布や電着時間、印加電圧にほとんど依存しないで均一電着が可能になる。もちろん印加電圧は電着材料が析出する電位である必要がある。

【0023】固体での供給方法を図5(b)、(c)に示す。図5(b)では固体原料34を対向電極31上に、図5(c)では固体原料36を対向電極31に接した細孔体上に設けてある。この固体原料としては対向電極の電位を印加する必要があるため、ある程度の電気

伝導度が必要である。この電着過程では、細孔内の泡の発生が電着過程を妨害する可能性もあるので、超音波印加や電解液への界面活性剤の添加なども有効な手段となる。

【0024】従来例である図10の様に、溶液内のめっき溶液83への被電着物である基板（作用電極）81、対向電極82を浸す方法では、対流が避けられないため電着量に分布がしやすい。また対向電極と基板上の電極間はエッジ部分の存在の影響で不均一な電位分布が形成され、電着量へも大きな影響を与える。

【0025】(C) 電着工程II

上記の電着工程I(B)の状態では電着を行うと、電着原料が電極上に電着され、図1(c)、図2(c)に示した様な電着物14が形成された構造体を得られる。電着後に細孔部分を除去して使用することももちろん可能である。

【0026】上記の電着工程I(B)、II(C)の工程を電解液を変えながら数回繰り返すことにより、図8(b)に示した様な積層膜を得ることができる。特にGMR膜のように1nm程度の膜厚の膜を積層する場合には、電着量の制御が重要なファクターとなるので、本発明が有効である。また本発明により微量量の電着が可能なので、図8(c)に示した様に電着の核発生部分を制限しておけば、数nmの超微粒子の作製も可能である。

【0027】本発明において、細孔は上記したような直線および均一径に限るものではなく、目的によっては図9(a)に示したような異なる径を有する細孔17aへの電着や、図9(b)に示したような径が変化している細孔17b、図9(c)に示したような細孔が直線的ではない細孔17cにも利用可能である。

【0028】また、細孔内への電着をパターンニングするには、図7(a)に示した様に電解液やめっき液51を特定領域に注入する方法や、図7(b)に示した様に対向電極52を電極部分と絶縁部分にパターンニングしておく方法などが挙げられる。

【0029】また細孔と基板上電極の配置には図1および図6(a)に示した以外にも、例えば図6(b)に示したように細孔材料が導電性材料43であり、細孔が基板上電極と対向電極と絶縁層を挟んで絶縁されている構成が挙げられる。また別の例として、図6(c)に示したように、細孔内部に電極部分を有する構成も可能である。

【0030】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明を具体的に説明する。

【0031】実施例1

本実施例は、下地層にPtを用いて陽極酸化アルミナナノホールを作製し、その細孔内にCoを電着した実施例を図3および図4に示す工程により説明する。石英基板上にRFスパッタ法により厚さ100nmのTi及びP

tを成膜した後、厚さ500nmのAl膜を成膜した。この時ガスはArとし、ガス圧は30mTorr、RFパワーは300Wとした。

【0032】上記を陽極酸化装置を用い陽極酸化処理を施した。電解液として0.3mol/l(0.3M)のシュウ酸水溶液を使用し、恒温水槽により電解質を17℃に保持した。ここで陽極酸化電圧はDC40Vであり、電流値をモニターに表示し、電流値が小さくなった時点で下地層に貫通することを確認した。

10 【0033】陽極酸化処理後、純粋及びイソプロピルアルコールによる洗浄を行った。その後、5wt%リン酸溶液中に浸すボアワイド処理を40分行うことにより、ナノホールの径を広げ、図3(a)に示すナノ構造体を作製した。

【0034】上記のナノ構造体(アルミナ)21のナノホール27に、硫酸コバルト1mol/l(1M)のめっき液23を滴下し(図3(b))、ナノホール上部を対向電極24で密閉した(図3(c))。そして対向電極24に対して基板上電極22を-2Vに設定して10秒間電着を行った(図4(d))。そして、対向電極24をはがし(図4(e))、洗浄後、アルミナを酸で溶解することにより、に示すナノ構造体を作製した。(図4(f))

上記の方法で作製したナノ構造体をFE-SEMで観察した。規則的にハニカム状配列したCoが基板全面に渡り均一に形成されているのが確認できた。

【0035】実施例2

本実施例においては、実施例1と同様に陽極酸化アルミナナノホールを作製した。ただし、下地層はn-Siとし陽極酸化の終了は陽極酸化が小さくなった時点で終了した。そして、実施例1と同様にボアワイド処理をリン酸を用いて20℃で40分行った。

【0036】上記の試料に、Cuを約50nm斜入射の抵抗加熱蒸着することにより成膜し、図5(c)に示すナノ構造体を作製した。そしてナノホール内に硫酸1mol/l(1M)の電解液を滴下してナノホール上部を対向電極で密閉した。そして対向電極に対して基板上電極を-2Vに設定して10秒間電着を行った。

40 【0037】上記の方法で作製したナノ構造体をFE-SEMで観察した。規則的にハニカム状配列したCuが基板全面にわたり均一に形成されているのが確認できた。

【0038】実施例3

本実施例においては、細孔としてSiO₂を用いて、半導体プロセスにより規則的細孔を作製し、その細孔内にCoを電着した結果を説明する。

【0039】酸化層が厚さ約500nmに形成された表面酸化Si基板をアセトン、IPAによる洗浄、乾燥の後、スピコート法によりレジスト膜(膜厚200nm)を塗布、乾燥(90℃、20分)させた。

【0040】次に、ステッパー露光装置を用いて、ハニカム状の周期構造（間隔230nm）を持ったレジストによる凹凸パターンを作製した。現像液を純水で1対1に希釈し、30秒ほど現像することで、SiO₂表面まで貫通したハニカム状の規則的凹凸パターンを形成した。そして上記の試料をCF₄ ガスを用いてドライエッチングし、Si基板まで貫通させた。ドライエッチングの条件は150W、5Pa、2分である。

【0041】上記の試料に、ある所定の位置にのみ硫酸コバルト1mol/l（1M）のめっき液を液滴吐出方法を用いて注入して、図7（a）に示すナノ構造体を作製した。そしてナノホール上部を対向電極で密閉し、対向電極に対して基板上電極を-2Vに設定して10秒間電着を行った。

【0042】上記の方法で作製したナノ構造体をFE-SEMで観察した。規則的に電着したCoが領域51に均一に形成されているのが確認できた。

【0043】実施例4

本実施例においては、下地層にSiO₂基板を用いて、FIB（集束イオンビーム）により規則的細孔を作製し、その細孔内にCoを電着した実施例を説明する。

【0044】SiO₂基板をアセトン、IPAによる洗浄、乾燥させた。そしてTiを100nm、SiO₂を500nm逐次スパッタして積層膜を形成した。そして集束イオンビーム加工装置を用いて被加工物に集束イオンビーム照射を行い、表面SiO₂層をエッチングしTi下地層まで貫通させた。集束イオンビーム加工装置のイオン種はGa、加速電圧は30kVである。そして図9（b）に示したような構造体を作製した。

【0045】上記の試料に、硫酸コバルト1mol/l（1M）のめっき液を滴下した。そしてナノホール上部を絶縁体上にPt52を蒸着させてパターンニングした図7（b）の対向電極で密閉して、対向電極に対して基板上電極を-2Vに設定して10秒間電着を行った。

【0046】上記の方法で作製したナノ構造体をFE-SEMで観察した。表面にPt電極があった領域にのみ規則的に電着したCoが均一に形成されているのが確認できた。

【0047】実施例5

本実施例においては、実施例1と同様に陽極酸化アルミナナノホールを作製した。ただし、基板は石英基板であり、基板上にTiとCuを逐次10nmスパッタ成膜し陽極酸化した。陽極酸化はシュウ酸0.3mol/l（0.3M）、DC40V、浴温10℃で行い、陽極酸化電流が小さくなった時点で終了した。そして実施例1と同様にボアワイド処理をりん酸20℃で40分間行った。

【0048】上記の試料に、硫酸コバルト1mol/l（1M）のめっき液を滴下してナノホール上部を対向電極で密閉した。そして対向電極に対して基板上電極を-

2Vに設定して10秒間電着を行った。そして対向電極をはがして基板を洗浄した後、硫酸銅1mol/l（1M）からなるめっき液を滴下してナノホール上部を対向電極で密閉した。そして対向電極に対して基板上電極を-2Vに設定して10秒間電着を行った。この作業を10回繰り返した後、最後にCuをナノホール上部まで電着して図8（b）に示すナノ構造体を作製した。

【0049】この試料の断面を観察した結果、CoとCuが各々約1nmの厚みで積層されていた。そして、本実施例のナノ構造体の上部に電極を付け、下地の基板上電極と上部電極間の抵抗の磁場依存性を調べたところ、負の磁気抵抗変化を示した。以上のことから本発明がGMR磁気センサーとして利用可能なことが分かる。

【0050】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明には以下のような効果がある。

（1）本発明の電着方法は、電解液の対流や電位分布に影響されずに容易に大面積にわたる高い均一性を持った電着が可能である。

（2）本発明の電着方法は、細孔内への電着材料の初期供給量で電着量を制御できるので大面積にわたる均一性の高い電着、および極微量の電着や積層電着の制御性が容易になる。

（3）本発明の電着方法は、電解液を必要量細孔内部へ供給すればよいので、使用電解液が少なく、また電解液も管理も容易となりコストダウンが可能である。

（4）また本発明の電着構造の作成方法は、所望の電解液を各細孔内に注入したり、対向電極をパターンニングしておくことにより所望の細孔に容易に電着することができ、また本発明は、細孔内を用いた電着に広く応用できるものであり、この方法で作製された電着構造体の応用範囲も広い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の細孔内への電着方法の工程の一実施態様を示す断面図である。

【図2】図1のAA'線平面図である。

【図3】本発明の細孔内への電着方法の工程の他の実施態様の前半を示す平面図である。

【図4】本発明の細孔内への電着方法の工程の他の実施態様の後半を示す平面図である。

【図5】本発明における固体原料供給方法を示す断面図である。

【図6】本発明における電極構成を示す断面図である。

【図7】本発明のパターンニング電着方法を示す平面図である。

【図8】本発明における電着状態を示す断面図である。

【図9】本発明における細孔を示す断面図である。

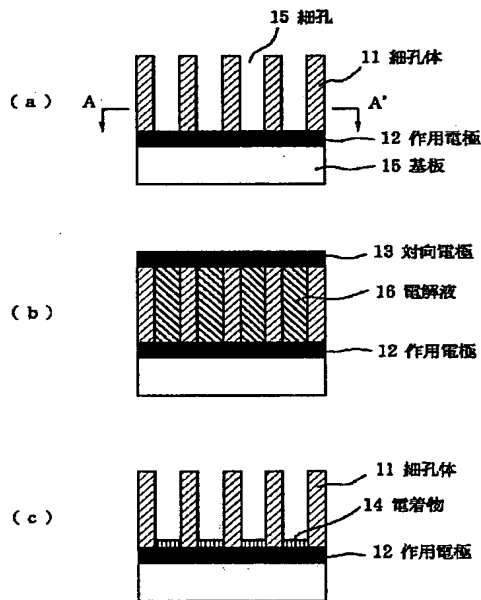
【図10】従来の電着方法を示す概略図である。

【符号の説明】

11 細孔体

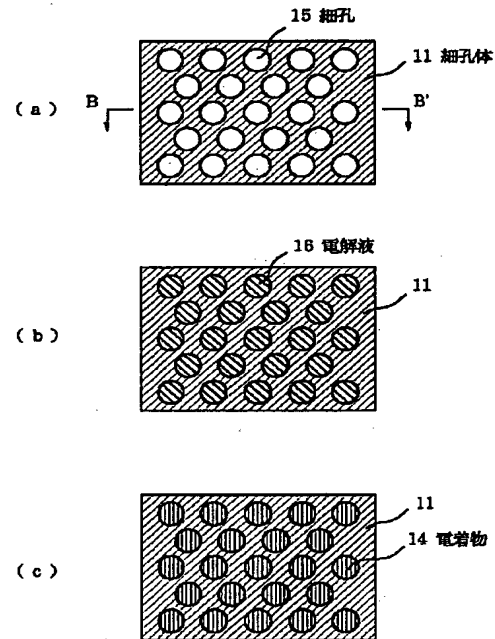
- 12 作用電極
- 13 対向電極
- 14 電着物
- 15 細孔
- 16 電解液
- 21 アルミナ
- 22 電極
- 23 Coめっき液
- 24 対向電極
- 25 電解液
- 26 Co
- 27 ナノホール
- 31 対向電極
- 32 基板上電極
- 33 めっき液
- 34 対向電極上の固体原料
- 35 電解液
- 36 細孔上の固体原料; Cu

【図1】

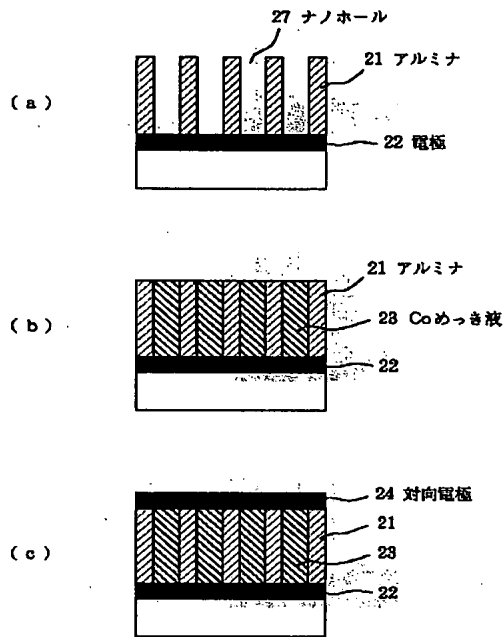


- 37 基板上電極; n-Si
- 38 細孔体
- 41 電極
- 42 絶縁層
- 43 導電性材料
- 44 絶縁性材料
- 51 Coめっき液
- 52 絶縁性材料上のPt対向電極
- 61: アルミナ
- 62 Co
- 63 Cu/Ti/石英基板
- 64 Cu
- 65 核発生部
- 71a, 71b, 71c 細孔
- 81 作用電極
- 82 対向電極
- 83 めっき液

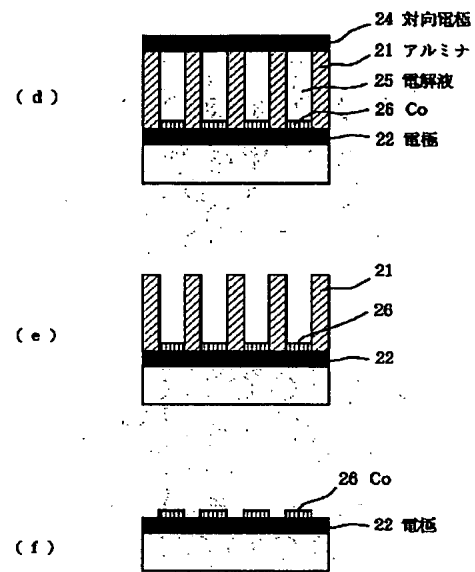
【図2】



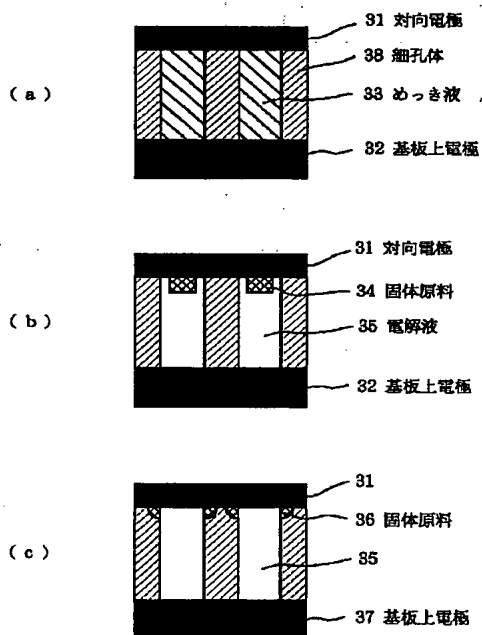
【図3】



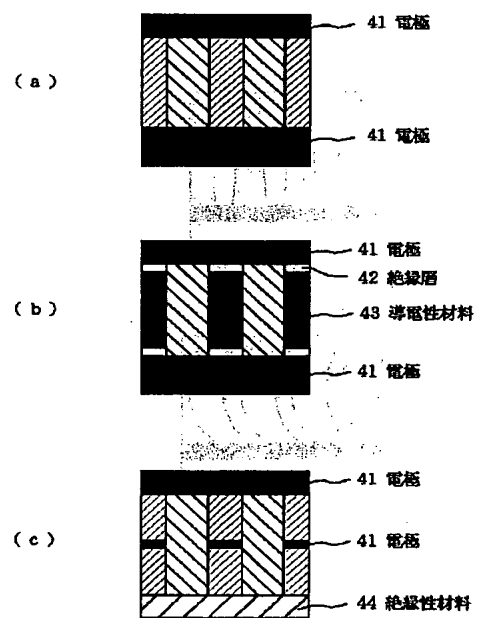
【図4】



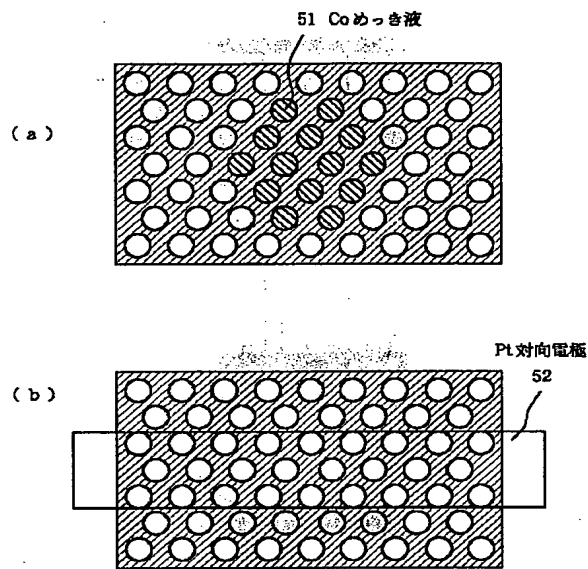
【図5】



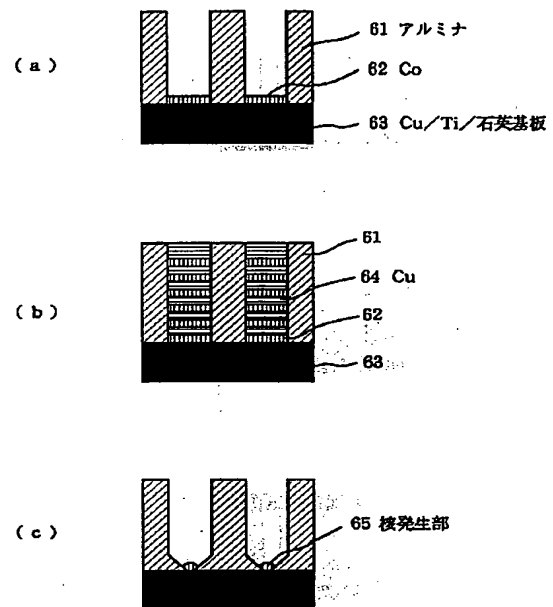
【図6】



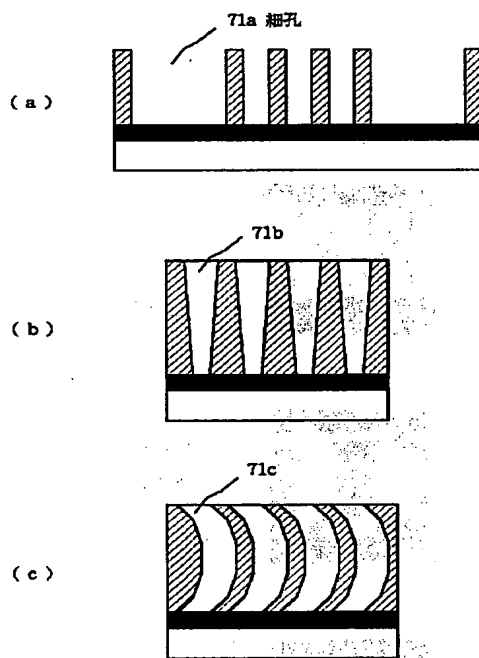
【図7】



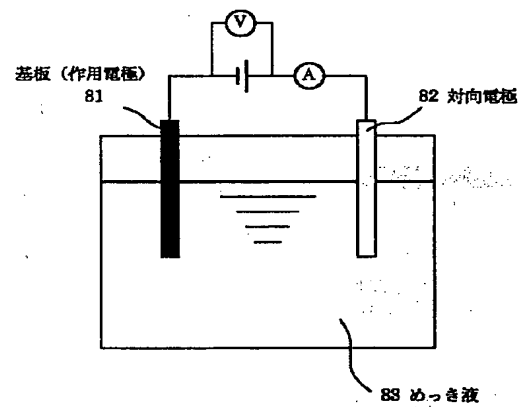
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K024 AA03 AB02 AB08 BA06 BA09
BB09 BC02 CA01 CB01 CB08
CB11 DA02 DA04 DA10 DB05
GA01
5E317 AA24 BB04 CC25 CC31 GG16

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)